

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-020738
 (43)Date of publication of application : 23.01.2001

(51)Int.CI.

F01P 3/02
 F02F 1/10
 F02F 1/18

(21)Application number : 11-196571
 (22)Date of filing : 09.07.1999

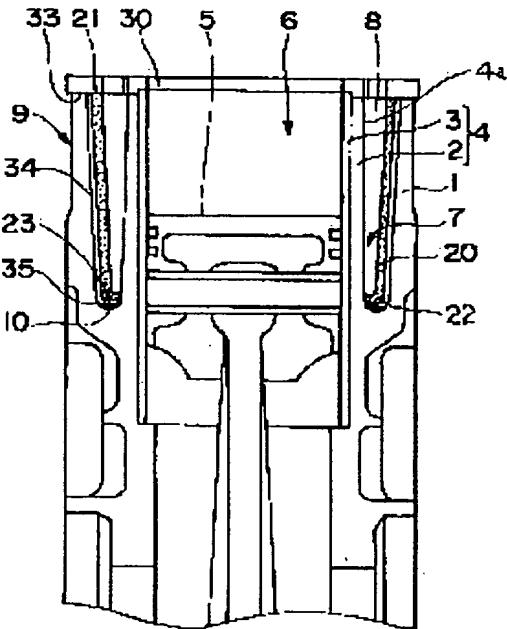
(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
 (72)Inventor : ARISAWA KATSUHIKO

(54) COOLING DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce an amount of hazardous material (low-temperature emission) exhausted from an engine by improving warming-up performance of the engine.

SOLUTION: In this cooling device, a water jacket 7 is provided with a heat-insulating material 20 inside and has a structure where coolant 8 is housed such that it contacts with an outer peripheral wall face 4a of a cylinder barrel 4. An inner face of the water jacket 7 except the outer peripheral wall face 4a of the cylinder barrel 4 is covered with the heat-insulating material 20. At least part of the heat-insulating material 20 is connected with a cylinder head gasket 30.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-20738

(P2001-20738A)

(43)公開日 平成13年1月23日(2001.1.23)

(51)Int.Cl.⁷

F 01 P 3/02

F 02 F 1/10

1/18

識別記号

F I

F 01 P 3/02

F 02 F 1/10

1/18

テーマコード*(参考)

A 3 G 0 2 4

D

B

F

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平11-196571

(22)出願日

平成11年7月9日(1999.7.9)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 蟹沢 克彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外3名)

F ターム(参考) 3Q024 AA26 AA27 AA36 CA05 DA18

EA01 FA00 FA01 FA05 FA11

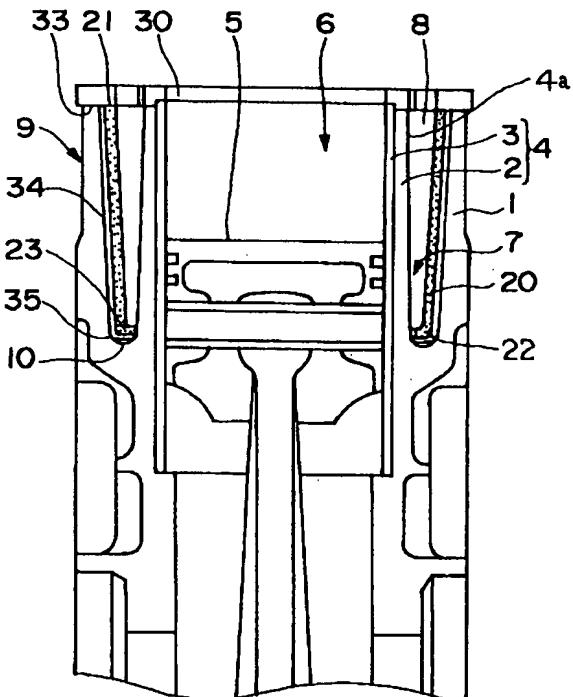
FA14

(54)【発明の名称】 内燃機関の冷却装置

(57)【要約】

【課題】 エンジンの暖気性を向上させて、エンジンからの有害物質(低温エミッション)の排出量を減らす実用的な技術を提供すること。

【解決手段】 冷却液8を収容可能で、且つその冷却液8がシリンダ・バレル4の外周壁面4aに接触する構造のウォータ・ジャケット7の内部に断熱部材20を設けた内燃機関の冷却装置であって、その断熱部材20はシリンダ・バレル4の外周壁面4aを除くウォータ・ジャケット7の内壁面を覆い、且つその断熱部材20の少なくとも一部はシリンダ・ヘッド・ガスケット30に接続する構成とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 冷却液を収容可能で、且つその冷却液がシリンダ・バレルの外周壁面に接触する構造のウォータ・ジャケットの内部に断熱部材が設けられた内燃機関の冷却装置において前記断熱部材は、前記シリンダ・バレルの外周壁面を除いて前記ウォータ・ジャケットの内壁面を覆い、且つその断熱部材の少なくとも一部は、シリンダ・ヘッド・ガスケットに接続してあることを特徴とする内燃機関の冷却装置。

【請求項2】 前記断熱部材は略筒形状であり、その内径は前記シリンダ・バレルの外径より大きく形成され、その一方の縁は前記シリンダ・ブロックに面した前記シリンダ・ヘッド・ガスケットの表面に接続してあることを特徴とする請求項1記載の内燃機関の冷却装置。

【請求項3】 前記断熱部材の他方の縁には、その径方向内方へ先端を向けて折り曲げられる屈曲部が設けられ、その屈曲部の少なくとも一部は、前記ウォータ・ジャケットの内壁面に支持されていることを特徴とする請求項2記載の内燃機関の冷却装置。

【請求項4】 前記断熱部材には、補強用リブが複数設けられていることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の内燃機関の冷却装置。

【請求項5】 前記シリンダ・ヘッド・ガスケットに、ウォータ・ジャケット内へと延びる縦リブが複数設けられ、前記断熱部材は、複数の縦リブ内に保持されることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の内燃機関の冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関の冷却装置に関し、特に、その内燃機関の暖気性を向上させて有害物質（低温エミッション）の排出量を減らす技術に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的な内燃機関（以下、エンジンと称す）の低温燃焼時には、そのシリンダ内部に消炎現象が生じる。

【0003】この消炎現象とは、エンジンの過冷却によってシリンダ壁面が必要以上に冷却され、そのシリンダ壁面上に未燃焼炭化水素（HC）、一酸化炭素（CO）等の有害物質を多く含む消炎層が形成される現象である。

【0004】特に、この現象はエンジンの低温燃焼時、つまりエンジン始動直後や低外気温での長時間に亘るアイドリング時、さらには長い降坂時等によく見られる現象で、有害物質（低温エミッション）の発生要因となる他、燃料消費率の増大にもつながり好ましくない。

【0005】自動車用のエンジンでは近年の排気ガス規制の強化に伴い、この消炎層に含まれる炭化水素（HC）及び一酸化炭素（CO）等の有害物質（低温エミッ

ション）を減らす対策が早急に必要とされている。

【0006】この対策の従来技術としては、特開昭59-226256号公報に記載の断熱エンジンがあげられる（図5参照）。

【0007】この公報によれば、セラミック材からなるピストン・ヘッド51と、アルミ合金からなるピストン・ボデー52との2部品でピストン50の主要部を形成し、さらに、そのピストン・ヘッド51とピストン・ボデー52との間に断熱材（SUSメッシュ）53を挟み込むことによってピストン50に断熱性を持たせ、燃焼室の燃焼温度を高めてエンジンの暖気性向上を図っている。

【0008】このためシリンダ壁面の温度を比較的高く維持することができ、有害物質（低温エミッション）の発生量を減らすことができる。

【0009】また他の技術としては、排気ガス中の有害物質（CO、HC、NO_x等）を取り除く排気浄化用触媒と、その触媒を急速に加熱する電気ヒータ又は燃焼式バーナー等で構成される加熱手段とをエンジンの排気管に設けた排気浄化装置がある。

【0010】この排気浄化装置は、その触媒と加熱手段との組み合わせによりエンジンの低温燃焼時に排出される有害物質（低温エミッション）を効率よく除去することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】以上に示す技術は、エンジンの低温燃焼時に排出される有害物質（低温エミッション）の排出量を減らすことができるため、近年、特に注目される技術である。

【0012】しかし本発明者等は、これら排気ガス中の有害物質（低温エミッション）を減らす技術に関し、さらなる技術の向上を図るために鋭意研究した結果、以下の点でさらに解決すべき課題が残されていることを見出した。

【0013】第1に、従来技術に示す対策を実用化するにあたって、多くの技術的困難が想定される。

【0014】断熱構造を有するピストンに関しては、そのピストン・ヘッド51に耐熱性の優れたセラミック材料を使用するためコスト高になる他、その加工に高度の加工技術を必要とする。

【0015】さらに、そのピストン・ヘッド51とピストン・ボデー52との接合に関しても、断熱材（SUSウール）53を挟み込んだ状態で強固に接合する必要があるため、その場合にも高度の加工技術を必要とする。

【0016】よって、製作コストや信頼性の面から検討した場合、現状では容易に実用化できる技術とはいがたい。

【0017】また、電気ヒータを備えている排気浄化用触媒装置に関しては、その電気ヒータを駆動させるために数百アンペアもの駆動電流を必要とし、一般乗用車に

搭載される車用バッテリー（電源）では、その必要とされる電流の確保が極めて困難であった。

【0018】よって、実用性の面から検討した場合、現状では容易に実用化できる技術とはいがたい。

【0019】さらに、バーナーを備えている排気浄化用触媒装置に関しても、ガソリン等の燃料をバーナーで燃やし触媒を加熱するため、その加熱手段からも炭化水素等の有害物質が発生する。また、その加熱手段を構成するバーナー装置は構造が複雑であり、コストや信頼性の面から検討した場合、実用化するにあたってまだ多くの解決すべき点が残されている。

【0020】よって、本発明はエンジンの暖気性を向上させて、エンジンの低温燃焼時に排出される有害物質（低温エミッション）の排出量を減らす実用的な技術を提供することを課題とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明は、冷却液を収容可能で、且つその冷却液がシリンダ・バレルの外周壁面に接触する構造のウォータ・ジャケットの内部に断熱部材を設けた内燃機関の冷却装置において、前記断熱部材はシリンダ・バレルの外周壁面を除いてウォータ・ジャケットの内壁面を覆い、且つその断熱部材の少なくとも一部はシリンダ・ヘッド・ガスケットに接続する構成とした。

【0022】ここでいう接続とは、断熱部材をシリンダ・ヘッド・ガスケットに固定すること、固着すること、接着すること、機械的に連結すること、両者を一体に成形することなどを含む広い概念であり、要は、断熱部材をシリンダ・ヘッド・ガスケットとともに一体的に扱えるようにすることができるようよい。

【0023】本発明の内燃機関の冷却装置は、シリンダ・バレルの外周壁面を除く前記ウォータ・ジャケットの内壁面を断熱部材で覆うため、ウォータ・ジャケット内の冷却液の保温を図ることができ、エンジンの暖気性を向上させることができる。

【0024】このようにエンジンの暖気性を向上させて、エンジンの低温燃焼時に排出される有害物質（低温エミッション）の排出量を減らすことができる。

【0025】また、その断熱部材の少なくとも一部はシリンダ・ヘッド・ガスケットに接続しているため、断熱部材とシリンダ・ヘッド・ガスケットとを一体的に取り扱うことが可能となる。よって、シリンダ・ヘッド・ガスケットをエンジンに組み込むと同時に断熱部材を容易にウォータ・ジャケット内へ配置することができ、ウォータ・ジャケットへ断熱部材を配置する際の作業性が向上する。

【0026】より具体的には、断熱部材の形状を略筒形状とし、その内径をシリンダ・バレルの外径より大きく形成し、その断熱部材の一方の縁をシリンダ・ブロックに面したシリンダ・ヘッド・ガスケットの表面に接続す

ることが可能である。

【0027】シリンダ・バレルは円筒形であるため、上記構成とすることで、シリンダ・ヘッド・ガスケットをエンジンに組み込んだ際、シリンダ・ヘッド・ガスケットに接続して一体となった断熱部材がウォータ・ジャケット内に挿入され、シリンダ・バレルの外周壁面を除くウォータ・ジャケットの内壁面を断熱部材で覆うことができる。

【0028】さらに、円筒形の断熱部材について、その他方の縁には断熱部材の径方向内方へ先端を向けて折り曲げられる屈曲部が設けられ、その屈曲部の少なくとも一部はウォータ・ジャケットの内壁面によって支持される構成とすることができる。これにより断熱部材はウォータ・ジャケットの内部で確実に支持される。

【0029】また、前記断熱部材には、補強用リブを複数設けてよい。補強用リブとは、シリンダ・ヘッド・ガスケットにウォータ・ジャケット内へ延びる縦リブの他、断熱部材の剛性を高めるために、斜め方向あるいは、水平方向に延びるリブ形状のものを例示できる。これにより、断熱部材を変形させることなくウォータ・ジャケットへ挿入できる。よって、ウォータ・ジャケットへ断熱部材を配置する際の作業性向上にも寄与させることができる。

【0030】さらに、前記シリンダ・ヘッド・ガスケットに、ウォータ・ジャケット内へと延びる縦リブを複数設け、前記断熱部材を、複数の縦リブ内に保持することで、シリンダ・ヘッド・ガスケットと断熱部材とを一体にしてもよい。

【0031】このようにすると、シリンダ・ヘッド・ガスケットと縦リブとをプレスで一体成形した後、縦リブ内に円筒状の断熱部材を組み付けることができ、容易に断熱部材をシリンダ・ヘッド・ガスケットに接続できる。その後、ウォータ・ジャケット内へ断熱部材を挿入しつつ、シリンダ・ヘッド・ガスケットをエンジンに組み付けることができる。

【0032】なお、断熱部材の材質は、金属、合成樹脂、ゴム等、断熱性を有していればよい。また、基材に断熱性のある素材をコーティングして形成してもよい。

【0033】
40 【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態について図面を参照して説明する。

【0034】図1は水冷式エンジンの冷却装置を示す図である。この水冷式エンジンはエンジン本体の基礎となる外側シリンダ・ブロック1と、この外側シリンダ・ブロック1内に形成された内側シリンダ・ブロック2とを有している。内側シリンダ・ブロック2にはピストン5を収容するシリンダ・ライナ3が圧入されており、このシリンダ・ライナ3と内側シリンダ・ブロック2とでシリンダ・バレル4が形成されている。

【0035】このシリンダ・バレル4の内部では混合ガ

スの燃焼が行われ、その燃焼圧力によってピストン5の往復運動が行われている。つまりシリンダ・パレル4の内部にシリンダ6が形成されている。したがって、シリンダ・パレル4は混合ガスの火炎によって高温に熱せられる。

【0036】水冷式の冷却装置を備えるエンジンでは、このシリンダ・パレル4の温度を適正温度に維持するためにそのシリンダ・パレル4を取りまく位置にウォータ・ジャケット7を配置し、その内部に冷却液8を循環させることによってシリンダ・パレル4の冷却を行っている。

【0037】本発明の実施の形態では、内側シリンダ・ブロック2と外側シリンダ・ブロック1との間に形成される空間がこのウォータ・ジャケット7であり、その空間内を冷却液8が循環している。ウォータ・ジャケット7はシリンダ・パレル4の外周壁面4aに臨んでおり、ウォータ・ジャケット7の内壁面の少なくとも一部分がシリンダ・パレル4の外周壁面4aで形成されることとなっている。このため、ウォータ・ジャケット7内に満たされた冷却液8はシリンダ・パレル4の外周壁面4aに直接接触して、シリンダ・パレル4の冷却を行うことができる。

【0038】なお、本発明の実施の形態では、シリンダ・ライナ3と内側シリンダ・ブロック2とでシリンダ・パレル4が形成され、シリンダ・ライナ3は直接冷却液には触れない。このようなタイプのシリンダ・ライナを乾式シリンダ・ライナという。一方、本実施の形態において、内側シリンダ・ブロック2を省略して、シリンダ・ライナ3のみでシリンダ・パレル4を構成してもよい。このようなタイプのシリンダ・ライナ3では直接冷却液に触れるので、湿式ライナといふ。

【0039】ここで、水冷式エンジンの冷却装置について簡単に説明しておくと、ウォータ・ジャケット7は循環通路(図示せず)によってラジエータ(図示せず)に接続しておりウォータ・ジャケット7の冷却液8はラジエータを介しエンジン内を循環している。ここでいう、ラジエータとは多数の冷却フィンが設けられている放熱装置であり、冷却液8に蓄熱された熱はこのラジエータを介しエンジンの外部へ放熱される。

【0040】本来、冷却液8に伝導されるシリンダ・パレル4の熱はこのようにラジエータを介しエンジン外部へと放熱されるが、エンジンの低温燃焼時においてはエンジンの過冷却を防止する為に循環通路の途中に設けられるサーモ・スタット(図示せず)の働きによって、その循環通路が閉ざされラジエータを介しての放熱は行われなくなる。なお、ここでいうサーモ・スタットとは液温によって自動的に作動する開閉バルブである。

【0041】しかしながら、ウォータ・ジャケット7内の冷却液8に蓄熱されていくシリンダ・パレル4の熱はそのウォータ・ジャケット7の構造上、エンジンの低温

燃焼時においても外側シリンダ・ブロック1を介しエンジン外部へ放熱されている。

【0042】エンジンの低温燃焼時においては前述したように、有害物質(低温エミッション)の排出、さらにはエンジン騒音(ピストン・ストラップ)の発生等、各種不具合が生じるためそのエンジンの暖気性を向上させる必要がある。

【0043】したがって、この外側シリンダ・パレル4を介しての放熱はエンジンの暖気性を向上させる上で妨げとなる。

【0044】そこで、シリンダ・パレル4の外周壁面4aを除くウォータ・ジャケット7の内壁面を覆う断熱部材20を挿入し、外側シリンダ・ブロック1を介しての放熱を抑制している。さらにその断熱部材20の組み込み性を容易にするため、シリンダ・ヘッド・ガスケット(以下、ヘッド・ガスケットと称す)30に断熱部材20を固定し、両者を一体的にしている。

【0045】この断熱部材20が固定されるヘッド・ガスケット30はシリンダ・ヘッド(図示せず)とシリンダ・ブロック9との接合面に挟まれて、その接合面の気密を保つものである。なお、ここでいうシリンダ・ヘッドとはシリンダ・ブロック9と共にシリンダ6及び燃焼室を形成する部品である。

【0046】また、このヘッド・ガスケット30には、シリンダ6の直径にほぼ等しい内径を持つシリンダ・ボア穴31が設けられる他、そのシリンダ・ボア穴31を取り囲むように冷却液の通路穴32が複数設けられている。

【0047】なお、ここでいう冷却液の通路穴32とは、シリンダ・ブロック9側に設けられるウォータ・ジャケット7内の冷却液がシリンダ・ヘッド側に設けられるウォータ・ジャケット7内へと流入できるようにするための穴である。

【0048】ヘッド・ガスケット30に接続する断熱部材20は略筒形状をなしており、その一方の縁21がヘッド・ガスケット30の裏面33、すなわちシリンダ・ブロック9に面したヘッド・ガスケット30の表面に固定されている。より具体的な固定位置としては、冷却液の通路穴32が略筒形状の断熱部材20の内方側に配置される位置で固定されている。(図3参照)

【0049】なお、図2では、シリンダ・ボア穴31がヘッド・ガスケット30に4つ並んで配置され、その個々に対し略筒状の断熱部材20が配置されているように見受けられるが、実際には図3に示すように4連シリンダに適合するヘッド・ガスケット30の場合、各シリンダ・ボア穴31に対応する断熱部材20はその一部分を隣接した他の断熱部材20と共に用いている。

【0050】さらに、断熱部材20の他方の縁22にはその断熱部材20の径方向内方へ先端を向けて折れ曲がる屈曲部23が設けられている。この屈曲部23は、断

面L字形であり、ウォータ・ジャケット7の底部で受け止められ、断熱部材20をウォータ・ジャケット7内へ安定して固定する。

【0051】また、この断熱部材20は、ヘッド・ガスケット30からウォータ・ジャケット7内へと延びる縦リブ34によって支持されている。この縦リブ34はプレス加工等によりヘッド・ガスケット30と一緒に成形されている。また、その全長は図4に示すように断熱部材20の軸方向の長さTと略等しい長さに形成され、その突出方向に位置する端部35は、断熱部材20の他方の縁22に形成される屈曲部23に添って曲げられている。

【0052】したがって、ウォータ・ジャケット7内へ断熱部材20を変形させることなく円滑に挿入することができる。また、一般的にウォータ・ジャケット7は鋳型を使用して製作される物が多く、そのウォータ・ジャケット7の底部10は図1に示すように曲面に形成されている。したがって、断熱部材20の屈曲部23及び縦リブ34の端部35は、ウォータ・ジャケット7の底部10に形成される曲面上の2箇所に接触して、断熱部材20は冷却液8の循環流によって移動することなく確実に支持される。

【0053】本発明の実施の形態によれば、シリンダ・バレル4の外周壁面4aを除くウォータ・ジャケット7の内壁面に添って断熱部材20を設けることにより、ウォータ・ジャケット7内の冷却液8に伝導されたシリンダ・バレル4の熱は外側シリンダ・ブロック1を介しエンジン外部へと放熱されることなく、冷却液8に蓄熱されていく。

【0054】したがって、エンジンの暖気性を確実に向上させることができ、シリンダ・バレル4は必要以上に冷却されることなく、エンジンの低温燃焼時においても、シリンダ6の壁面温度を高く保つことができる。

【0055】よって、エンジンの低温燃焼時においてもシリンダ6の壁面の温度を高く維持することができるため消炎現象の発生を抑制することができ、エンジンから排出される未燃焼炭化水素(HC)等の有害物質(低温エミッション)の排出量を減らすことができる。

【0056】また、消炎現象の発生が抑えられることによってシリンダ6内での混合ガスの燃焼が良好になるとともに、ピストン5とシリンダ6とのピストン・クリアランスも適正な値に保つことができるため、プローバイ・ガスの発生量を減らすことができ、エンジンの低温燃焼時における燃費の向上を図ることができる。

【0057】なお、ここでいうプローバイ・ガスとはピストン5とシリンダ6とのすき間から、クランク・ケース内に吹き抜けるガスで、このガスの成分は、燃料と空気の混合した未燃焼ガスと、燃焼後のガスである。

【0058】さらには、エンジンの低温燃焼時に生じるピストン5とシリンダ6との衝突によるエンジン騒音

(ピストン・ストラップ)を低減することもできる。

【0059】また、エンジンの暖気性が向上するため、エンジンの暖気運転に費やされる時間を大幅に短縮することもできる。

【0060】しかも、断熱部材20はヘッド・ガスケット30に接続しているため、ヘッド・ガスケット30をエンジンに組み込むと同時に、ウォータ・ジャケット7内へ断熱部材20を組み付けることができる。よって、ウォータ・ジャケット7へ断熱部材20を配置する際の作業性向上にも寄与させることができる。

【0061】本実施の形態では断熱部材20をヘッド・ガスケット30の裏面33に接続してシリンダ・ブロック9側に構成されるウォータ・ジャケット7に断熱部材20を配置しているが、シリンダ・ヘッドに面したヘッド・ガスケット30の表面に断熱部材20を接続し、シリンダ・ヘッド側に設けられたウォータ・ジャケットにその断熱部材を配置してもよい。この場合においても、前述同様の効果を得ることができる。

【0062】なお、縦リブ34の代わりに、または、縦リブ34に併せて、断熱部材20に一体の補強用リブを設けてもよい。補強用リブは、断熱部材の剛性自体を増してこれを補強するので、ウォータ・ジャケット7への断熱部材20の挿入を容易にする。

【0063】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、ウォータ・ジャケット内に断熱部材を挿入することで、エンジンの暖気性を向上させてエンジンの低温燃焼時に排出される有害物質(低温エミッション)の排出量を減らすことができる。

【0064】さらに、その断熱部材とヘッド・ガスケットとを接続し一体的にすることで、ウォータ・ジャケット内への断熱部材の組み込み作業性を向上させて、製造コストを下げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る概略構成図である。

【図2】本発明の実施の形態に係るシリンダ・ヘッド・ガスケットを示す斜視図である。

【図3】本発明の実施の形態に係るシリンダ・ヘッド・ガスケットを示す背面図である。

【図4】本発明の実施の形態に係るシリンダ・ヘッド・ガスケットを示す側面図である。

【図5】従来技術に係るピストンを示す図である。

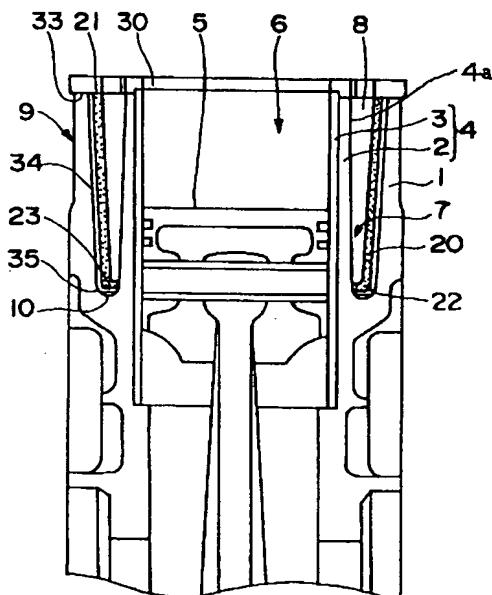
【符号の説明】

- 1 外側シリンダ・ブロック
- 2 内側シリンダ・ブロック
- 3 シリンダ・ライナ
- 4 シリンダ・バレル
- 4a シリンダ・バレルの外周壁面
- 5 ピストン
- 6 シリンダ

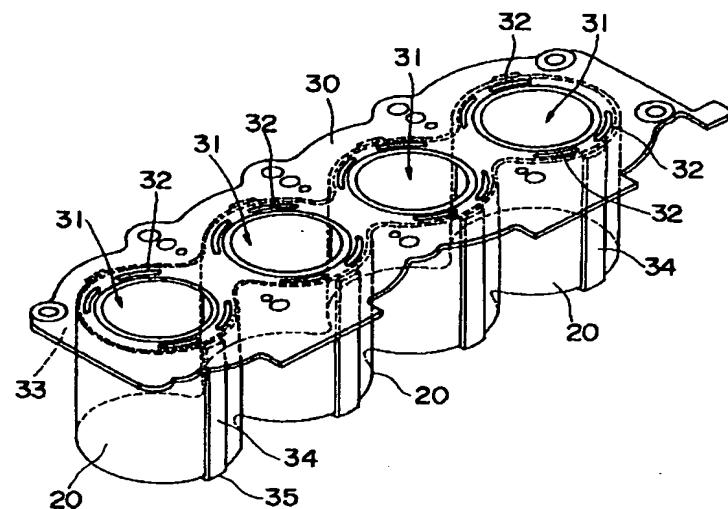
- 9
 7 ウォータ・ジャケット
 8 冷却液
 9 シリンダ・ブロック
 10 ウォータ・ジャケットの底部
 20 断熱部材
 21 一方の縁
 22 他方の縁
 23 屈曲部
 30 シリンダ・ヘッド・ガスケット

- 10
 * 31 シリンダ・ボア穴
 32 冷却液の通路穴
 33 シリンダ・ヘッド・ガスケットの裏面
 34 縦リブ
 35 縦リブの端部
 50 ピストン
 51 ピストン・ヘッド
 52 ピストン・ボーデー
 * 53 断熱材 (SUSメッシュ)

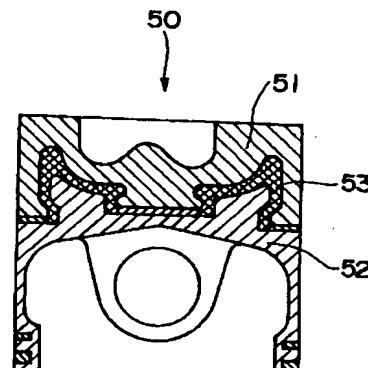
【図1】



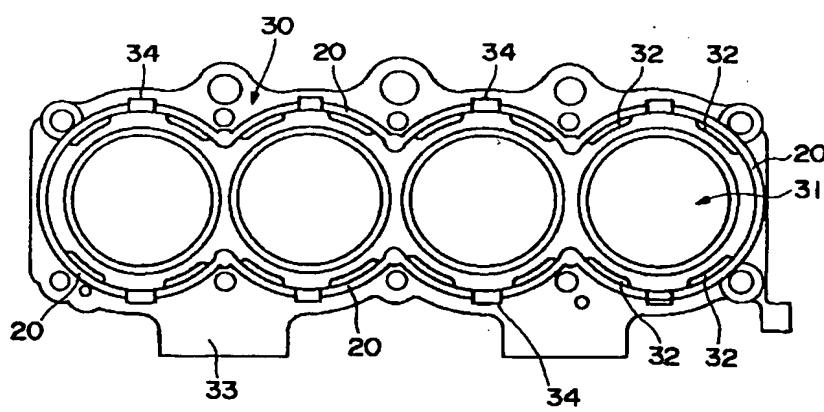
【図2】



【図5】



【図3】



【図4】

